

基于 UNO-2178A 的远程自动化水质监测系统

李程达

(近海海洋环境科学国家重点实验室(厦门大学), 福建 厦门 361005)

摘要:文中基于嵌入式工业控制机 UNO-2178A 设计了一款远程自动化水质监测系统。该系统布放于待监测海域,在信息管理平台的指令控制下,可以自动完成海水样品采集、水质参数分析与处理等。同时,系统将监测结果反馈回信息平台,可以在线监测温度、盐度、溶解氧、电导率、有色可溶性有机物(CDOM)、叶绿素等多种环境参数。系统基于高效、紧凑的嵌入式平台设计而成,有利于在待研究海域大面积多点布放,保证对海域水质监测的可靠性、准确性和便捷性。

关键词:嵌入式工业控制机;自动化;水质监测;海洋环境;气候变化;温室效应

中图分类号:TP274;TN929.5

文献标识码:A

文章编号:2095-1302(2019)06-0017-03

0 引言

全球气候变化是当今人类社会可持续发展所面临的最严峻挑战之一。人类活动释放的 CO_2 是导致全球变暖和气候变化加剧的重要原因。海洋占地球面积的 71%,能够通过多种方式吸收 CO_2 ,缓解全球气候变化^[1]。健康的海洋生态系统能够持续良性的产出,为人类社会提供食物、能源和生存环境,更与国家兴衰相连,同时,地球历史上的若干重大地质事件和生物灭绝都与海洋直接相关^[2-3]。因此,海洋生态和环境变化相关的科学研究成为了国际关注的热点^[4-5]。当前海洋环境水质参数的获取主要依靠科研人员携带仪器到研究海域进行测量,工作繁琐,且不同研究海域所监测的数据时间不同步无法对比,缺乏研究意义。因此一套稳定、低成本、可复制运行的在线监测系统成为当前研究的关键,有利于在待研究海域大面积多点布放,通过统一的信息管理平台实时在线获取数据以及监测设备运行状态,保证对海域水质环境监测的可靠性、准确性和便捷性。

1 整体系统

水质监测整体系统按照功能单元可以分为监测设备、传输网络及信息平台。监测设备布放于现场环境,以适用于原位环境观测的浮标、科考船为载体。监测设备包括用于采集海洋现场环境参数的传感器组及相关控制、传输系统。传输网络自适应适配无线传输和有线信号传输,支持目前多

种通信制式,适合近海及远洋观测。监测设备将现场采集的数据通过传输网络发送至信息平台,同时接收来自信息管理平台控制命令,进行相应系统动作及数据分析处理业务^[6]。水质监测整体系统结构如图 1 所示。

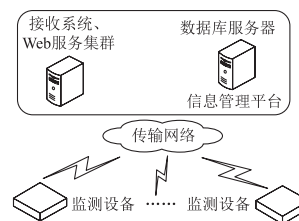


图 1 水质监测整体系统结构图

2 硬件系统

2.1 流路系统

流路系统主要由泵水系统及样品存储罐构成。泵水系统包含过滤器、水泵、阀门、水泵控制器和管路。水泵是泵水系统的主要动力结构,具备耐腐蚀、耐生物附着等特性。过滤器可以滤除水体中的大颗粒杂质,阀门用于控制管路内水体的流速与流体通路。水泵在水泵控制器的作用下将海水样品泵入样品存储罐中,水泵控制器具有控制接口,在控制系统的指令控制下执行泵水动作。

样品存储罐内部放置多参数水质分析仪,同时设置有液位传感器,用于监测罐体内部样品的液位状态。样品存储罐进水口位于罐体底部,出水口位于罐体顶部,当液位到达顶部出水口高度时,罐体内海水样品自然溢流,通过自然溢流的作用完成罐体内部海水样品的循环采集排出。流路系统的整体结构如图 2 所示,图中虚线为信号控制线,实线为流体通路,箭头指示实际的海水样品流向。

收稿日期:2018-12-12 修回日期:2019-01-11

基金项目:厦门大学-中海石油(中国)有限公司校企合作项目:渤海海洋碳汇时间序列观测(CNOOC-KJ 125 FZDXM 00TJ 001-2014)

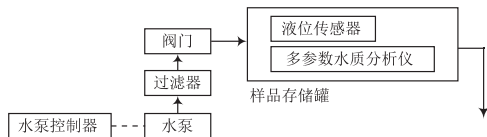


图2 流路系统结构图

2.2 控制系统

控制系统基于台湾研华科技设计生产的 UNO-2178A 嵌入式工业电脑，其内含有 INTEL ATOM D510 处理器，最高主频为 1.67 GHz。UNO-2178A 采用超紧凑型结构设计，尺寸小且功耗低，具有坚固的外观及散热设计，扩展性能良好且安装方便，适用于有限空间的应用。控制系统整体结构如图 3 所示，图中实线为信号连接，虚线为电源供应，箭头为数据流向。

存储空间：监测设备具有 2 GB 的 DDR2 内存以及一块 250 GB 的 SATA 接口的固态硬盘存储器，可以满足系统的运行分析处理以及运算过程中产生的数据存储空间需求。

供电系统：供电系统由太阳能电池板、蓄电池组及电源管理模块构成。太阳能电池板为 2 块 18 V/50 W 的单晶硅板，在电源管理模块的控制下向 2 块 12 V/38 AH 的蓄电池组充电，由电源管理模块向监测系统提供 12 V 的直流电源。

外围接口：UNO-2178A 共有 8 个串行通信接口及 2 个以太网接口，监测设备通过数字量 I/O 模块采集液位传感器的液位数据以监测系统的液位状态，同时控制水泵、电磁阀的通断以控制流体通路。显示模块采用液晶面板设计，作为系统的人机交互界面显示状态信息，用于工程调试。

通信模块：MODEM（通信模块）选用合宙通信设计生产的 Air720，Air720 是最近推出的 LTE Cat.4 模块，采用 LTE 3GPP Rel.9 技术，支持最大下行速率 150 Mbps 和最大上行速率 50 Mbps，能够向下兼容现存的 EDGE 和 GSM/GPRS 网络，以确保系统在缺乏 3G 和 4G 网络的偏远地区也能正常工作^[7]。

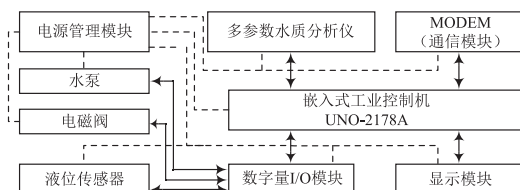


图3 控制系统结构图

多参数水质分析仪：选用美国 WET LABS 的 WQM 水质监测仪。WQM 水质监测仪可在线监测温度、盐度、溶解氧、电导率、CDOM（有色可溶性有机物）等多种环境参数。

3 软件系统

监测设备软件系统结构如图 4 所示。图中模块间连线表示模块间的通信接口，箭头表示数据流向，虚线框中的各功

能模块表示与软件系统交互的硬件电路单元。

I/O 处理模块：该模块与数字量 I/O 电路单元交互，通信介质为 RS 485 接口。数字量 I/O 电路由液位检测单元和继电器控制单元组成。I/O 处理模块一方面是以周期轮询的方式通过相关指令查询液位传感器的数据，记录液位状态；另一方面接收业务处理模块发送的执行动作消息，封装指令包下发至数字量 I/O 电路单元，进行水泵、相关阀门的启动和关闭动作。

AT 指令处理模块：该模块与通信模块电路单元交互，通信介质为 RS 232 接口。AT 指令处理模块通过指令与远程服务器建立 TCP/IP 连接，监测设备工作于 TCP CLIENT 模式^[8]。AT 指令^[9]处理模块接收信息管理平台下发的指令包，完成指令包的数据完整性分析，提取指令内容并将其发送至业务处理模块。AT 指令处理模块读取消息队列获取返回指令，并将读取的指令返回至信息管理平台^[10]。

业务处理模块：业务处理模块为系统核心处理模块，主要完成信息管理平台下发指令包正确性的校验、指令内容的解析与执行。指令执行主要包括设置查询类业务，完成对系统参数的设置与查询，此类业务立即执行并向信息管理平台返回相关参数；计划执行类业务，业务处理模块根据信息管理平台下发的测试时间、周期、次数等测试参数创建测试任务文件，系统通过读取测试任务文件进行水质参数的采集与分析。业务处理模块通过消息队列读取其他功能模块发送的消息，如告警模块发送的业务告警信息、传感器指令处理模块获得的水质参数信息等，并将信息进行封装，组成合法完整的指令包，通过 AT 指令处理模块上传至信息管理平台^[11]。

任务管理模块：主要用于管理测试任务的执行。该模块为每一个测试任务建立一个独立表结构^[12]，并通过链表形式将各测试任务按时间顺序连接起来。任务管理模块周期性扫描测试任务文件，若发现系统新建任务文件时，任务管理模块读取该测试任务的时间信息，并将该信息与任务链表中的各任务表的时间进行比较，将新任务表插入正确位置以保证链表中的任务表均以时间顺序排列。任务管理模块周期轮询链表中的各任务表，读取测试任务表中的属性信息，分析测试任务的执行时间是否已到，若对应任务满足执行条件则立刻执行查询动作，并删除对应的任务表结构。

传感器指令处理模块：传感器指令处理模块与多参数水质分析仪交互，通信接口为 RS 232^[13]。传感器指令处理模块根据业务处理模块发送的消息向多参数水质分析仪发送相应命令，包括设置分析仪参数、读取监测数据等，并将多参数水质分析仪返回的数据以消息形式发送至业务处理模块。

定时器管理模块：主要用于管理系统各功能模块运行过程中所需的软件定时器，如通信交互中的数据接收延时保护，周期轮询动作的周期性定时以及系统的心跳包产生等。模块

通过链表形式管理所创建的定时器，各功能单元通过向定时器所属的消息队列发送消息创建定时器并注册回调函数，定时器管理模块周期轮询所创建的定时器链表，当发现链表中定时器时间到时，调用相应回调函数执行任务^[14]。

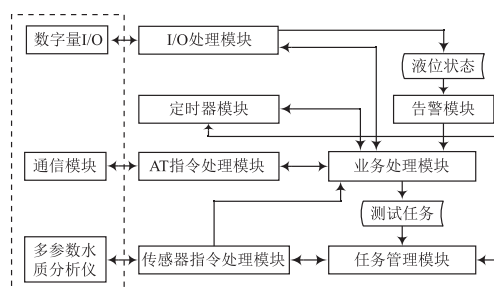


图4 软件系统结构图

4 信息管理平台

信息管理平台包括前端接收机、数据中心服务器和 Web 服务器。前端接收机接收监测设备上传的监测数据，并存入中心服务器；数据中心服务器提供数据请求服务，Web 服务器提供 Web 和数据下载服务，在终端及显示屏上可视化显示。

5 结 语

本文设计的远程自动化在线水质监测系统部署于待测海域，可完成温度、盐度、溶解氧等水质环境参数的监测。与传统人工测量方式相比，节省了大量人力物力，确保测试数据具备时间尺度的可比性。本文设计的系统造价成本低，有利于在待研究海域大面积多点布放，通过统一的信息管理平

作者简介：李程达（1985—），男，硕士，工程师，主要研究方向为嵌入式系统、信息与信号处理、海洋环境监测。

（上接第16页）

显示功能。工业 APP 具有人机交互界面，对于操作者而言，现场设备被组态到手机界面上，同时工业 APP 上集成有视频云的客户端，可将数据和图像同时显示，方便操作员了解自己所管理的设备的实际工作情况。

6 结 语

工业物联网是 SCADA 系统未来的发展方向，工业物联网的应用会提升工控系统的效能。本文使用 MQTT 协议设计开发了一套面向水务部门全流程监管的工业物联网系统，给出了在不改变原有控制系统结构的情况下实现供水监控系统的物联网化技术路径和设计方案。系统充分发挥了工业物联网的优势，做到水务部门内物与物、人与物、人与人的互联。同时依靠工业云平台降低了水务部门在建设过程中的投资。

参 考 文 献

[1] 尹子航, 唐磊, 沈绪榜. 中国工业物联网的发展研究与对策 [J].

作者简介：刘 佳，男，硕士，主要研究方向为物联网应用和工业信息安全。

台实时在线获取数据及监测设备的运行状态，有效提高了海洋水质环境的监测效率，丰富了海洋科学的研究手段。

参 考 文 献

- [1] 焦念志, 梁彦韬, 张永雨, 等. 中国海及邻近区域碳库与通量综合分析 [J]. 中国科学: 地球科学, 2018, 48 (11): 1393-1421.
- [2] 焦念志. 海洋微生物生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [3] 张瑶, 焦念志. 好氧不产氧光合异养细菌定量方法研究 [J]. 科学通报, 2003, 48 (24): 2549-2552.
- [4] 焦念志. 海洋微生物储碳过程与机制概论 [J]. 微生物学通报, 2013, 40 (1): 71-86.
- [5] 焦念志, 张传伦, 李超, 等. 海洋微生物碳泵储碳机制及气候效应 [J]. 中国科学: 地球科学, 2013 (1): 1-18.
- [6] 邹逢兴. 微型计算机接口原理与技术 [M]. 2 版. 北京: 国防科技大学出版社, 1999.
- [7] 钟章队. GPRS 通用分组无线业务 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.
- [8] 尚晨旭, 邢化锋, 柴燕, 等. 用单片机实现以太网卡通信的设计 [J]. 电子工程师, 2006 (2): 53-54.
- [9] 李程达. GSM 网络自动拨测终端的设计与实现 [J]. 电视技术, 2012, 36 (11): 154-156.
- [10] 刘晓宇. CDMA 系统设计与优化 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2000: 173-200.
- [11] 中兴通讯. CDMA 网络规划与优化 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2005: 20-25.
- [12] 李浩, 谭超, 卢舟燕. 时钟芯片 SD2200ELP 与 AVR 单片机的接口设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2006 (10): 44-46.
- [13] 冯子陵, 俞建新. RS 485 总线通信协议的设计与实现 [J]. 计算机工程, 2012, 38 (20): 215-218.
- [14] 杨雪, 罗贤全, 马俊涛. 基于嵌入式 Linux 的测试系统软件实现研究 [J]. 现代电子技术, 2008, 31 (6): 117-119.

机械工程与自动化, 2018, 8 (4): 217-219.

- [2] 孙国庆. 智慧水务关键技术研究及应用 [J]. 水利信息化, 2018, 2 (1): 46-49.
- [3] 王飞跃, 张军, 张俊, 等. 工业物联网: 基本概念、关键技术与核心应用 [J]. 自动化学报, 2018, 44 (9): 1606-1617.
- [4] 宗子轩, 湛海云, 吉宁, 等. 物联网和 SCADA 系统的发展、现状与展望 [J]. 物联网技术, 2014, 4 (12): 61-64.
- [5] 任亨, 马跃, 杨海波, 等. 基于 MQTT 协议的消息推送服务器 [J]. 计算机系统应用, 2014, 23 (3): 77-82.
- [6] IBM. MQTT Protocol V3.1.1. <http://mqtt.org/> [Z]. 2018-12-16.
- [7] 姜妮, 张宇, 赵志军. 基于消息队列遥测传输的推送系统 [J]. 计算机工程, 2015, 41 (9): 1-6.
- [8] 武传坤. 物联网安全关键技术与挑战 [J]. 密码学报, 2015, 2 (1): 40-53.
- [9] 程志强, 连鸿鹏. 物联网通信特征数据信息加密仿真研究 [J]. 计算机仿真, 2016, 33 (11): 324-327.
- [10] 仇国庆, 包俊杰, 曹冬梅, 等. 基于 AES 算法的 ZigBee 网络加密方法研究 [J]. 电子技术应用, 2014 (4): 56-58.